

晨賞日出暮覽落日

蔡憶佳

Department of CSIE
Tamkang University, Tamsui, New Taipei
Taiwan, ROC
iaiclab.tku@gmail.com

摘要

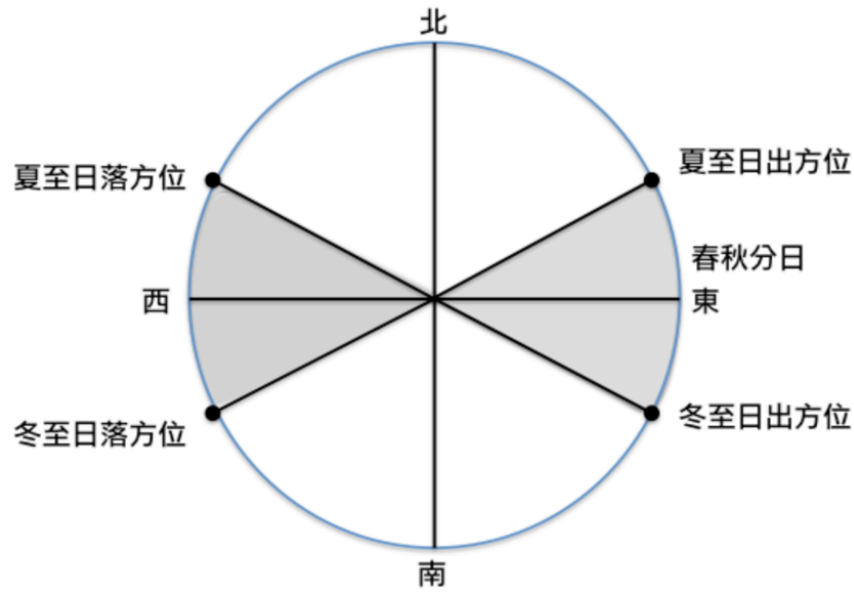
淡水落日餘暉自古是北台灣著名景色之一。在欣賞美景之餘，不禁想起一些相關議題，看看是否可以由目前的計算工具來回答以下的問題。在陸地上觀看海上夕陽，在陸地上賞海上日出，在台灣本島上，有哪些地點可以在晚上觀看海上夕陽，第二天早上看海上日出呢？若是有這樣的地點，會不會侷限於某些時段季節呢？還是可以全年都可以看到？本論文除了提出一些有趣的議題，並嘗試以計算方式回答這一系列問題。希望可以引起大眾對於科學知識與地理資訊整合應用，尤其是太陽方位與節氣的關係和地理的結合。

壹. 前言

這議題的起因是這樣的，淡水在每逢假日天晴總是塞滿遊客，欣賞在滿佈餘暉的天際中，夕陽緩緩落下消失於淡水河出海口。隨著季節變化，落日的地點也緩緩改變至觀音山方向，而不再是海上。一般人計劃去墾丁時，通常先在網路上搜尋到墾丁可以參加的活動。除了水上活動外，有兩項活動會引起注意，去關山看海上日落，被國外媒體評為去墾丁的必觀美景。另一項則是去龍磐公園看海上日出。這兩項觀賞活動，不禁令人思考，為何不能在同一地點觀看這兩種美景呢？怎麼需要在傍晚去關山看夕陽，而要第二天一早另外開車去龍磐公園看海上日出？無法在同一處傍晚看海上夕陽，隔天一早看海上日出。原因很簡單，就是在這兩處地方都只能看一種景觀，看不到另一種景色。沿著這思路，會開始注意，是否在台灣本島上，可以在某些住宿的房間裡透過落地窗，傍晚時欣賞海上夕陽落日餘暉，而在次日早上，就可以看到海上日出。不過首先要問，這樣的地方，在台灣本島上存在嗎？接著才要問，在哪裡？可以每天全年都看到嗎？本文要回答的問題，就是要如何確定在台灣本島，是否有一些地方可以在早上看到海上日出，晚上看到海上日落？滿足這條件的地點，在此稱為「日出日落」點。另一個問題就是在這地點整年中可以看到日出日落的日期有多少？

貳. 計算日出日落方位角度變化

乍看之下，具有日出日落方位隨著四季變化的知識，就很容易推論出答案，在台灣，位居北半球介於北緯 21.8 度到 25.3 度之間，日出、日落的方向，在夏至時是最偏東北、西北邊，接著就往南移動，一直到秋分時，在大約正東、正西方。接著繼續往南移，到冬至時，日出在偏東南方，日落在偏西南方向。接著隨著日子接近春分，日出日落方向往北移動，在春分時又是落在正東、正西方。如此週而復始，完成一年的循環。



圖一. 觀察者位於中心，夏至日出偏東北方向，日落偏西北方向。冬至日出偏東南方，日落偏西南方

圖一中灰色區域表示在一年中的日出日落可能方向，因此，最好是沒有任何遮蔽，而且可以看到大海。因此，若是觀察者位於台灣本島北部，則應該是在最北端突出位置，在本島南端，則是在最端的突出位置。然而這只是粗略的答案，要更精確地找出答案，首先需要可查詢一年中任一日期在某一地點的日出日落角度與時間的軟體工具。目前所找到工具，只是計算出空曠地區的日出日落角度與時間，並沒有考慮到當地地形、建築、樹木等因素。要得到更精確的結果，甚至要考慮到地形起伏、建築、山與樹林的遮蔽效應。很可惜地，縱使有這些詳細資料，要一一在台灣各地搜尋計算全年份的日出日落角度，所需計算力相當大。初步藉由各種計算太陽日出日落方位角的網頁工具，用夏至與冬至兩天的日出與日落方位角，在台灣本島北邊與南邊尋找，目標是在北邊找尋冬至日依然可以看見日出與日落的地點，而在南邊，則是搜尋在夏至日可觀看日出日落。

在詳細觀察北邊的地圖後，可知本島極北點是位在富貴角燈塔，這一地點無法全年看到日落，因冬至日落點通過麟山鼻。在冬至時也無法看到日出，剛好日出方向被尖子鹿附近的陸地擋住。若是兩個點的角色對調，在尖子鹿附近觀看則是無法在冬至時看到日落。然而冬至時日出方向剛好位於地圖上陸地的邊緣，在尖子鹿附近可全年都可以看到日出。在南台灣則初步得到在本島極南點可看到日出，但夏至日落則會被白沙灣附近陸地擋住，沒有辦法觀賞海上日落。這樣的探討只得到初步結論，那就是在台灣本島上無法找到全年可在同一個地點觀賞海上日出日落。接著要確定哪些日子是可以看見日出日落，那些日子無法看到日出或日落。這就需要太陽日出日落的方位角計算公式，依照這三個地點的經緯度，計算由夏至到冬至這一段期間，以及由冬至到次年夏至的期間，那些日子可以看見日出，哪些時候可以看見日落。在維基百科中的太陽位置公式 (Wikipedia 2020)，說明用指定地點的經緯度，加上日期資訊，計算太陽日出與日落的時間與方位角，其計算過程簡略說明如下：

首先由日期與經緯度計算日出、日落的時間。這需要先由所在經緯度與日期計算出太陽的黃經 λ ，接著由黃經計算太陽的赤緯 $\delta = \sin^{-1}(\sin(\lambda) \times \sin(23.44^\circ))$ ，赤緯 δ 即太陽入射光與地球赤道之間的角度。公式中 23.44° 是地球自轉軸與公轉平面之間的角度。由赤緯 δ 與當地緯度 ϕ 用以下公式計算出日出日落時太陽時角 ω_0

$$\omega_0 = \cos^{-1} \left(\frac{\sin(-0.83^\circ) - \sin(\phi) \times \sin(\delta)}{\cos(\phi) \times \cos(\delta)} \right) \quad (1)$$

其中 δ 是太陽的赤緯 (declination)， ϕ 是觀察者位置的緯度。太陽的盤面大小約為 0.5° ，而大氣折射影響會將太陽接近地平面時抬升約 0.6° ，整體影響使用 0.83° 。這一項是修正其中心位置位

於地平面以下 0.83° 就會看見其邊緣。

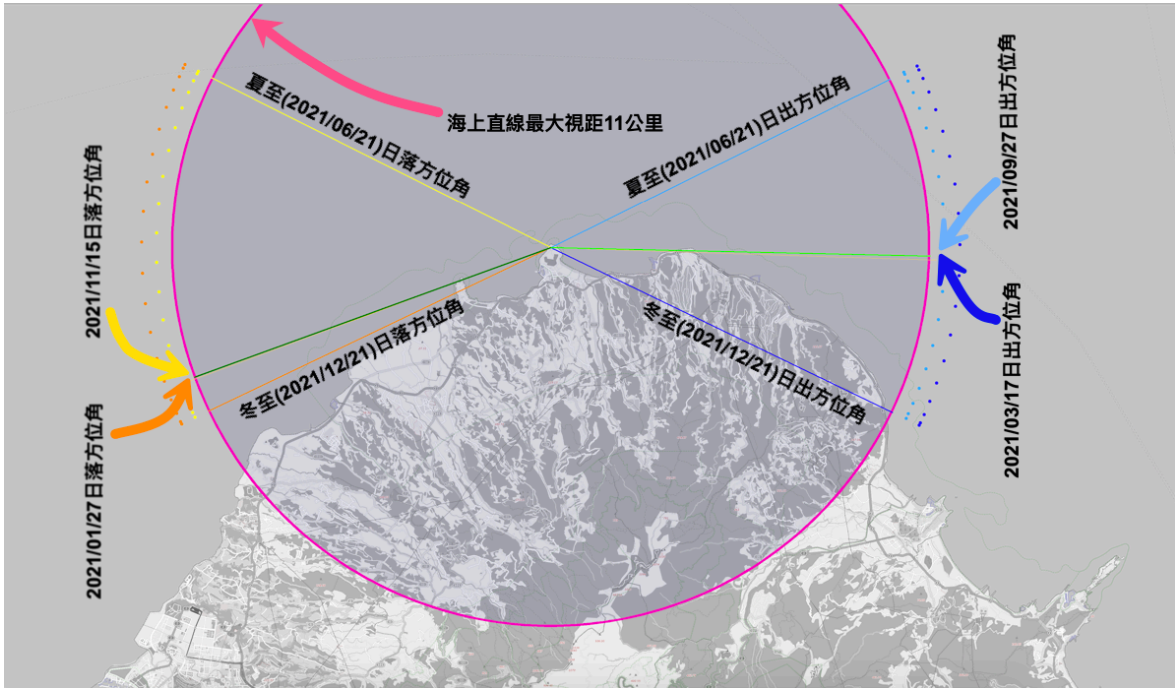
接著由日出日落時的太陽時角 ω_0 、太陽赤緯 δ ，加上太陽高度角 θ_s 就可以用以下公式計算當時的太陽方位角

$$\phi_s = \sin^{-1} \left(\frac{-\sin(\omega_0) \times \cos(\delta)}{\cos(\theta_s)} \right) \quad (2)$$

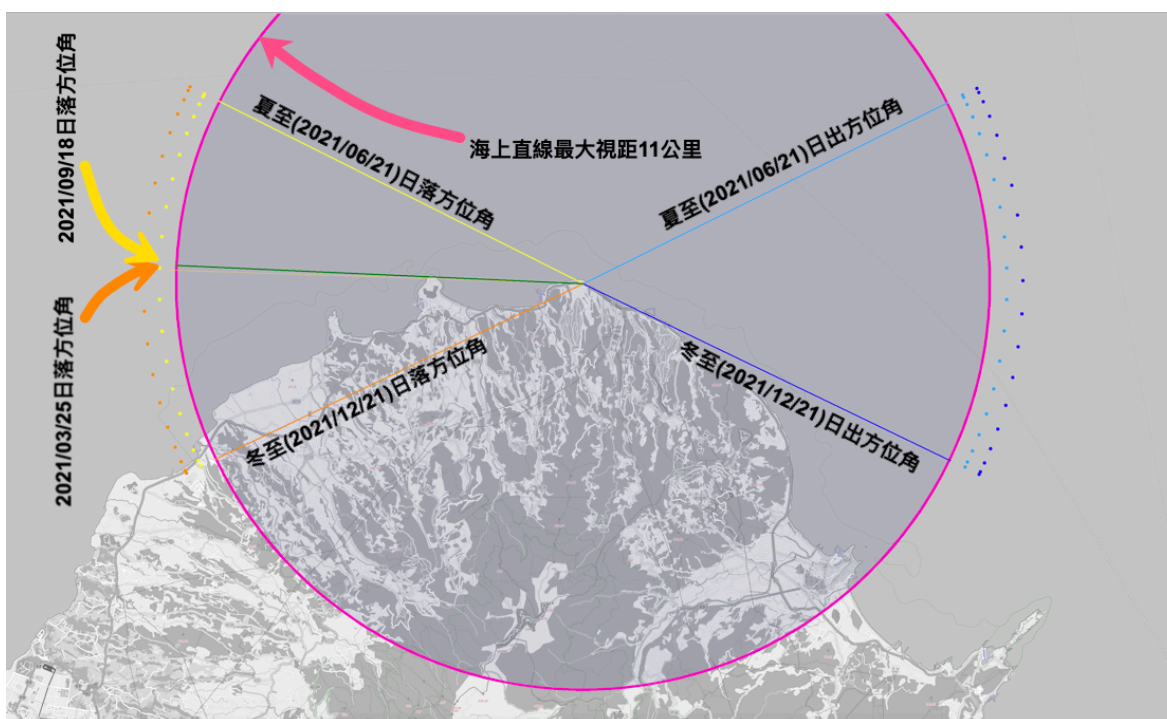
因反正弦 (\sin^{-1}) 函數的結果會有兩個解，需要額外資訊判斷，另外，以上公式需要先計算太陽高度角，在實作上，則使用 Agafonkin 2009 的公式，計算出結果在 $(-\pi, +\pi)$ 之間的方位角。這個公式只需要用到時角 ω_0 、太陽赤緯 δ 和觀察的緯度 ϕ 。

$$\phi_s = \tan^{-1} \left(\frac{-\sin(\omega_0)}{\cos(\omega_0) \times \sin(\phi) - \tan(\delta) \times \cos(\phi)} \right) \quad (3)$$

將以上計算公式實作程式加上由開放街圖 (OpenStreetMap) 的圖磚，便可以計算任意地點全年的日出日落方位角且以圖形方式表示。例如圖二與圖三，圖二是以富貴角燈塔為觀察點，圖三是以尖子鹿為觀察點，標示出夏至點日出日落與冬至點日出日落的方位角，在兩日出方位間，以圓點的方式每隔十日標示一個方位點，顏色與夏至方位相同的標示由夏至到冬至的時段，圓點顏色與冬至方位相同的，標示由冬至到夏至的時段。以觀察點為中心的大圓圈，是以當地標高，加上 1.7 公尺後的觀測高度，計算因地球曲率而能看見的海平面最遠視距範圍。在二與圖三中，大約為 11 公里。



圖二. 富貴角燈塔日出日落方位角計算圖示



圖三. 尖子鹿日出日落方位角計算圖示

由圖二可以觀察到當以富貴角燈塔為觀察點時，在 2021 年，日出方位受限於尖子鹿附近陸地，只有在 3 月 17 日 (含) 到 9 月 27 日 (含) 左右可以看見沒有遮蔽的日出。而日落方位也受限於麟山鼻，只有 1 月 27 日 (含) 到 11 月 15 日 (含) 可見到沒遮蔽的海上日落。這些結果呈現在表一，綜合日出與日落的資料後，可知一年中有 194 天可以在富貴角燈塔清晨看日出，當天晚上觀賞海上夕陽落日。

表一
台灣北端富貴角燈塔，一年中可以看到海上日出日落的天數 (2021 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日出			14	30	31	30	31	31	27			
日落	4	28	31	30	31	30	31	31	30	31	15	

圖三是以尖子鹿為觀察點的全年日出日落方位角分布，與圖二以富貴角燈塔為觀察點的結果不同處為日出方向在冬至時並沒有陸地遮蔽，因此全年都可以看到日出。但 2021 年日落方向因為富貴角的關係，因此只有從 3 月 25 日 (含) 到 9 月 18 日 (含) 可以看到日落。這些結果呈現在表二中，綜合可知一年中，以尖子鹿為觀察點大約有 178 天可在清晨看日出，當天晚上觀賞海上落日。

表二
台灣北端尖子鹿附近，一年中可以看到海上日出日落的天數 (2021 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日出	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
日落			7	30	31	30	31	31	18			

圖四是以鼻頭角燈塔為觀察點的全年日出日落方位角分布，與圖三以尖子鹿為觀察點的結果類似，日出方向在冬至時沒有陸地遮蔽，全年都可以看到日出。但 2021 年日落方向因為象鼻岩的關係，因此只有從 4 月 1 日 (含) 到 9 月 11 日 (含) 可以看到日落。這些結果呈現在表三中，綜合可知一年中，以鼻頭角燈塔為觀察點大約有 163 天可在清晨看日出，當天晚上觀賞海上落日。

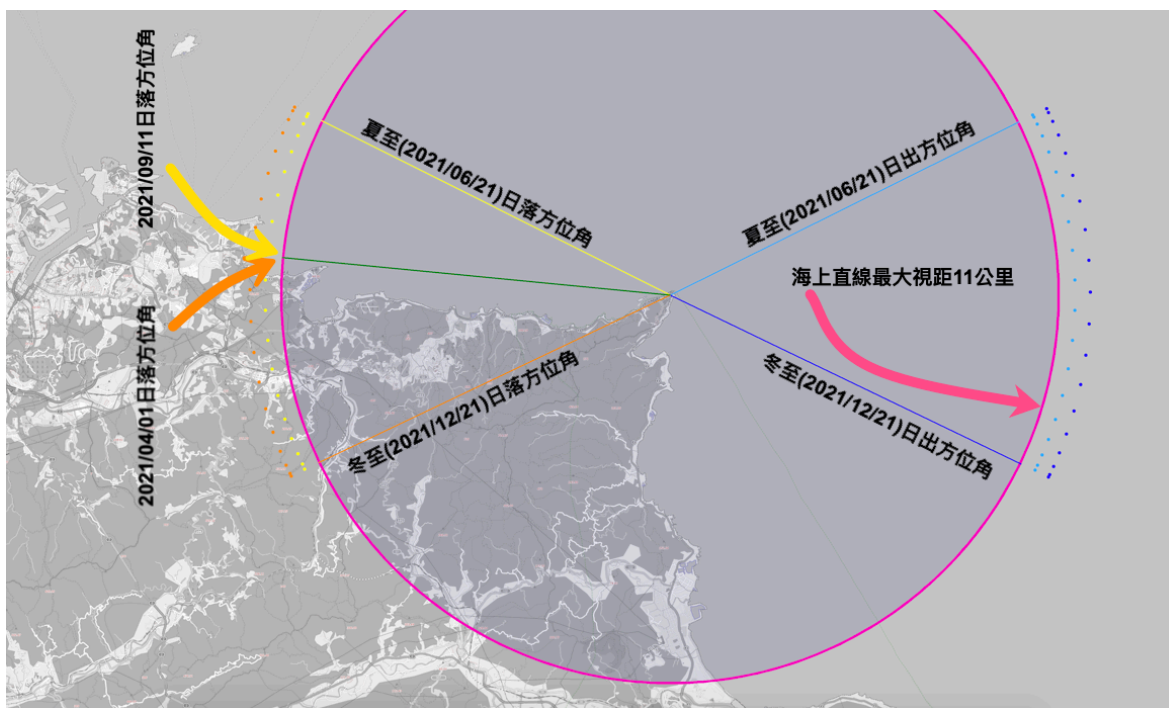


圖 四. 鼻頭角燈塔日出日落方位角計算圖示

表 三
台灣北端鼻頭角燈塔，一年中可以看到海上日出日落的天數 (2021 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日出	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
日落				30	31	30	31	30	11			

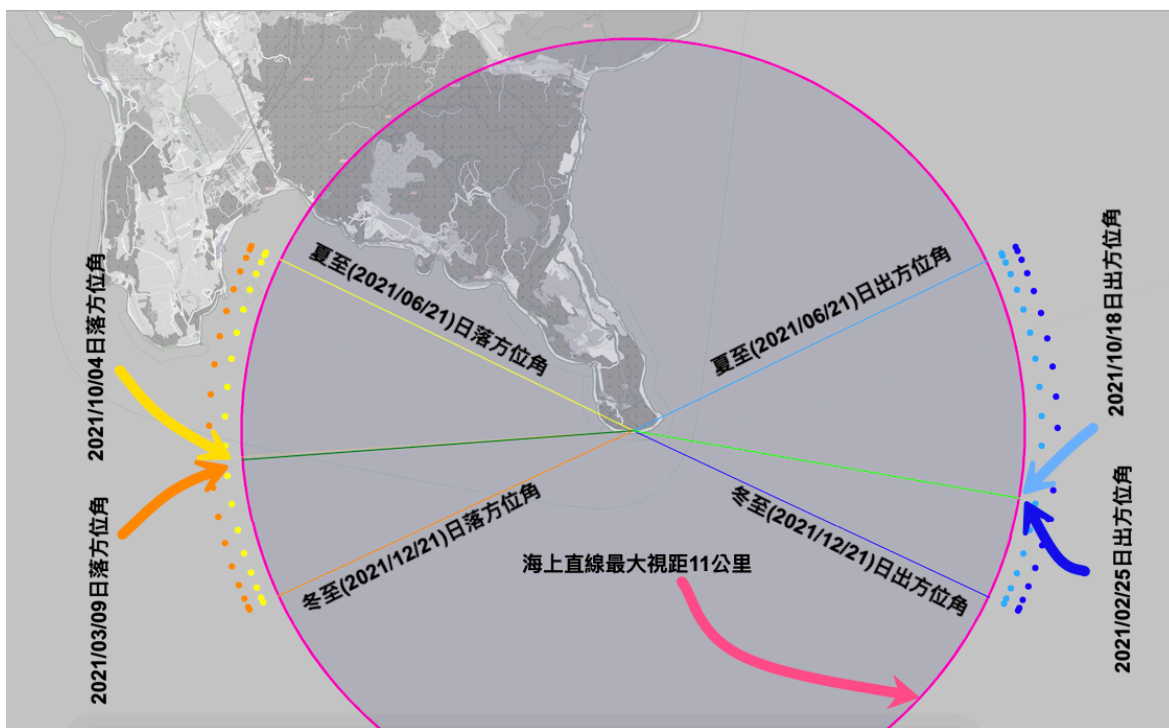


圖 五. 屏東極南點日出日落方位角計算圖示

[illegible]

首先分析屏東極南點，因地形關係，日出方向在夏至時會被鄰近陸地遮蔽。在屏東極南點觀賞日落，沿著視線在地圖上會被白沙灣貓鼻頭公園的陸地擋住，但是計算觀察點高度的海平面最遠視距，大約為 11 公里，無法看見白沙灣貓鼻頭公園陸地。但因圓弧地形關係，日落方向也會被西邊附近的陸地遮蔽，所以無法在夏至時看見日落。經由左右遮蔽陸地座標計算可觀察日出日落的最大方位角，再由程式將每日日出日落方位角與這角度比較，得到海上日出可以由 2021/01/01 到 2021/02/25(含) 觀賞到，另一段時間是由 2021/10/18(含) 到 2021/12/31。在極南點看日落則是由 2021/01/01 到 2021/03/09(含) 可以看見，2021/3/10 後，則要等到 2021/10/04(含) 後才能再度看到海上日落。這計算結果呈現在圖五中。另外整理於表四中，極南點附近在 2021 年總共有 130 天可以在相同地點看到海上日出與落日。



表 五

貓鼻頭南海洞附近，一年中可以看到海上日出日落的天數 (2021 年)

[illegible]

接著分析另一個地點，南海洞上的制高觀察點。因當地高度約 23 公尺，在其西側靠海有一座小山頭高度約 40 公尺，要觀賞日落，落日方位要在這個小山頭方位的南邊，也就是海上。很不幸的這個小山頭的方位剛好是在以南海洞為觀察點的冬至點南側，也就是說，在南海洞完全無法看到海上落日。接著分析日出方向，由南海洞高度加上 1.7 公尺，遠望海平面的最遠視距大約 11 公里，因此東邊的鵝鑾鼻半島南邊大約在沙島以南是在視野外。由鵝鑾鼻沙島附近到冬至日出點，在南海洞都可以看到海上日出。經由計算，可看到海上日出日期為 2021/01/01 到 2021/03/09(含)，2021/10/05(含) 到 2021/12/31。在這個觀察點無法同時看見海上日出與日落。

叁. 結語和未來方向

綜合以上計算結果，北台灣的富貴角燈塔附近海邊在一整年中有 194 天可以觀察到海上日出與日落，在富貴角東邊的尖子鹿則有 178 天，更靠近東北角的鼻頭角燈塔其觀賞日期數量一年減少為 163 天。而在南端的極南點附近因地形關係，在一年中只有 130 天可以在相同地點看到海上日出與日落。台灣北部海岸屬於地形起伏較大的侵蝕海岸，例如由淡水河口往東到金山多為大屯山安山岩海岸，金山以東到三貂角多為岩石岬角與灣澳相間的岬灣地形。這樣的地形很有利於觀賞海上日出日落。在台灣南部的鵝鑾鼻與貓鼻頭遍佈著珊瑚礁石灰岩地形，鵝鑾鼻公園所在的台地是被人工整平，在燈塔外緣的海岸，有巨型的珊瑚礁崩塌地形。在台地上地勢較平坦，容易被四周樹木遮蔽視野。若是觀察點在鵝鑾鼻燈塔上，則估計一年可有 200 多日左右可觀賞海上日出日落。

至於觀賞日出日落的月份，在北台灣是春天夏天時期，四、五、六、七、八月可以在當地觀察到海上日出與日落，而在南台灣，則是十、十一、十二、一、二等秋天冬天與初春時期可以在當地觀察到海上日出與日落。另外，在貓鼻頭半島上的南海洞觀察點，縱使有良好海上視野，但因西邊高地關係，雖然一年中有 147 天能觀賞海上日出，但無法同時看到海上日出與日落。

2020 年因為疫情促使許多原本經常前往國外旅遊的人轉向在本島旅行，這也讓一些平時較少注意的路徑、地點開始有人關注，例如苗栗的「落日大道」(李佳穎 2020)，以及在台灣包括台北、桃園、南投、嘉義、高雄等縣市都能欣賞到兩棟建築物中間火紅太陽緩緩落下的「懸日」現象(張嘉哲 2019)。在 2016 年有部落客(Cottenie 2016)利用 Google 地圖計算台灣本島上所有離最近海岸中，最遠的点，稱為「難抵極」，位置在阿里山，距離海岸 67.411 公里。隨著地圖與地理資訊的開放，會有更多有關結合各種環境議題在地圖上找尋解答。這也意味對於臺灣本島環境探討更多有知識性的特點。本文只有探討台灣本島上的觀賞地點，未來也可以將類似方法用在澎湖、金門、馬祖與其他離島上，當然世界各地也可以仿照這樣的作法尋找符合條件的「日出日落」點。另外若是將搜尋地點的條件放寬到一個方圓區域，例如一個方圓直徑一公里的區域中，可以在一整年中看到海上的日出與落日，這樣是否可以找到更多的地點。

參考文獻

- Agafonkin, V. (2009). SunCalc: A little online application with interactive map that shows sun movement and sunlight phases (with dawn, sunrise, sunset and dusk times) during the given day at the given location. Web Page. Retrieved from <http://suncalc.net/>
- Cottenie, T. (2016). Taiwan's pole of inaccessibility. Web Page. Retrieved from <https://tylercottenie.wordpress.com/2016/12/14/taiwans-pole-of-inaccessibility/>
- Wikipedia. (2020). Sunrise equation. Web Page. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Sunrise%5C_equation
- 張嘉哲. (2019). 全民瘋拍夕陽美景！「懸日」大百科一次全掌握. Web Page. Retrieved from <https://newtalk.tw/news/view/2019-03-16/219963>
- 李佳穎. (2020). 海天連一線！苗栗通霄絕美落日大道. Web Page. Retrieved from <https://travel.yahoo.com.tw/%E6%B5%B7%E5%A4%A9%E9%80%A3-%E7%B7%9A-%E8%8B%97%E6%A0%97%E9%80%9A%E9%9C%84%E7%B5%95%E7%BE%8E%E8%90%BD%E6%97%A5%E5%A4%A7%E9%81%93-035500090.html>